

Pistes d'économies en Chaudières Industrielles

Pascal LEBOIS

Ingénieur Conseil Procédés Industriels

Pôle Grands Comptes

Direction Commerciale - GRTgaz

Plan de la présentation

- **Présentation rapide de GRTgaz**
- **Données de base**
- **Présentation des pistes d'économies en chaufferies industrielles (production de vapeur)**
- **Mise en garde**

Données de base des préconisations

Les estimations chiffrées des cas présentés ici ont été calculées à partir des données de base suivantes :

Données :

- Combustible : Gaz naturel
- Capacité moyenne chaudière : 8 tonnes/heure,
- Pression de service : 7 bar relatifs,
- Fonctionnement : 3 x 8 avec arrêt le week-end (~ 5 500 h/an),
- Rendement utile chaudière : 90 %/PCI
- Ratio prod. Vapeur : 800 kWh PCI/t
- Coût énergie : 35 €/MWh PCS HTT



Bilan annuelle chaudière :

- Conso : 36,7 GWh PCS de Gaz naturel
- Facture énergétique : 1,3 M€ HTT/an
- Emissions CO₂ : 7 236 tonnes

Suivi énergétique (mise en place d'un plan de comptage)

➤ Déterminer précisément la répartition de l'énergie entre les différents postes utilisateurs.

Seule une bonne connaissance de la répartition des flux permet de justifier la rentabilité d'investissements envisagés.



➤ Disposer de moyens de détection d'éventuelles dérives des consommations.

Sur des périodes récurrentes et représentatives, le calcul de ratios spécifiques est un outil efficace de suivi des consommations et de détection de dysfonctionnements.



Les valeurs des ratios sont propres à chaque installation
⇒ Attention aux comparaisons entre sites !!!



Surveiller les performances des chaudières

- Effectuer régulièrement une analyse de combustion avec calcul des rendements utiles.
- Effectuer (ou faire effectuer) les réglages si besoin.

Rappel réglementaire (Pour $400 \text{ kW} < P_{\text{chaudière}} < 50 \text{ MW}$)

- Le Code de l'environnement(*) impose de mesurer **tous les trois mois** et à chaque remise en route, le rendement caractéristique de sa chaudière **entre 33 et 100% de sa puissance nominale** et de **vérifier si sa valeur est supérieur ou égal au minimum réglementaire.**

* : Code de l'Environnement – Livre II – Titre II – Chapitre 4 – Section 2 – Sous section 2 - Article R224-20 à R224-41

Optimisation de la combustion (1/2)

Combustion idéale : La combustion stœchiométrique... impossible à réaliser !!

⇒ Combustion complète en excès d'air (combustion incomplète (CO = danger !!)

Mais nécessité de maîtriser l'excès d'air

- Pas assez d'air ⇒ Risque de combustion incomplète avec présence de CO (Danger, mauvais rendement)
- Trop d'air ⇒ Gaspillage d'énergie

Solutions possibles :



Mesures et Réglages périodiques



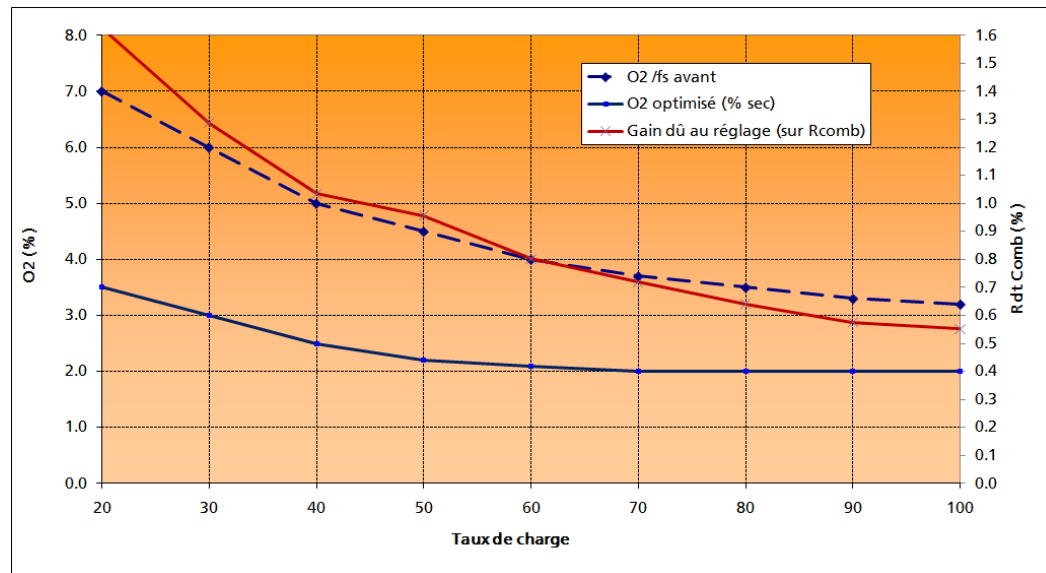
Mise en place d'une régulation / O₂ - CO

Gain attendu : 0,5 à 2% sur PCI

Optimisation de la combustion (2/2)

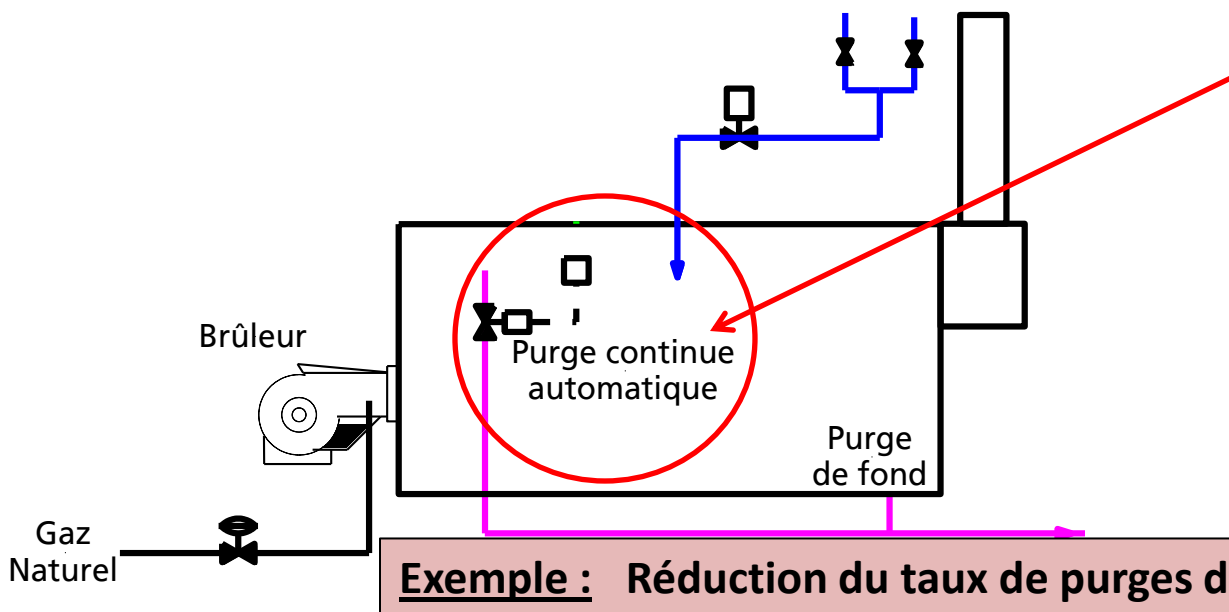
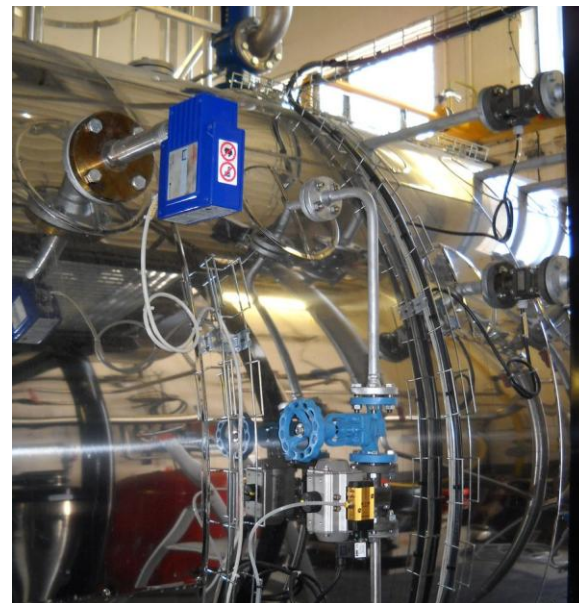
Résultats pour 1% de gain

Solution	Mise en œuvre	Economies d'énergie	CO ₂ évités	TR
Mesures et réglages	😊	391 MWh PCS (13,7 k€/an)	72 tonnes	Immédiat
Régulation O ₂ /CO	😐			Selon tx



Limiter la purge continue

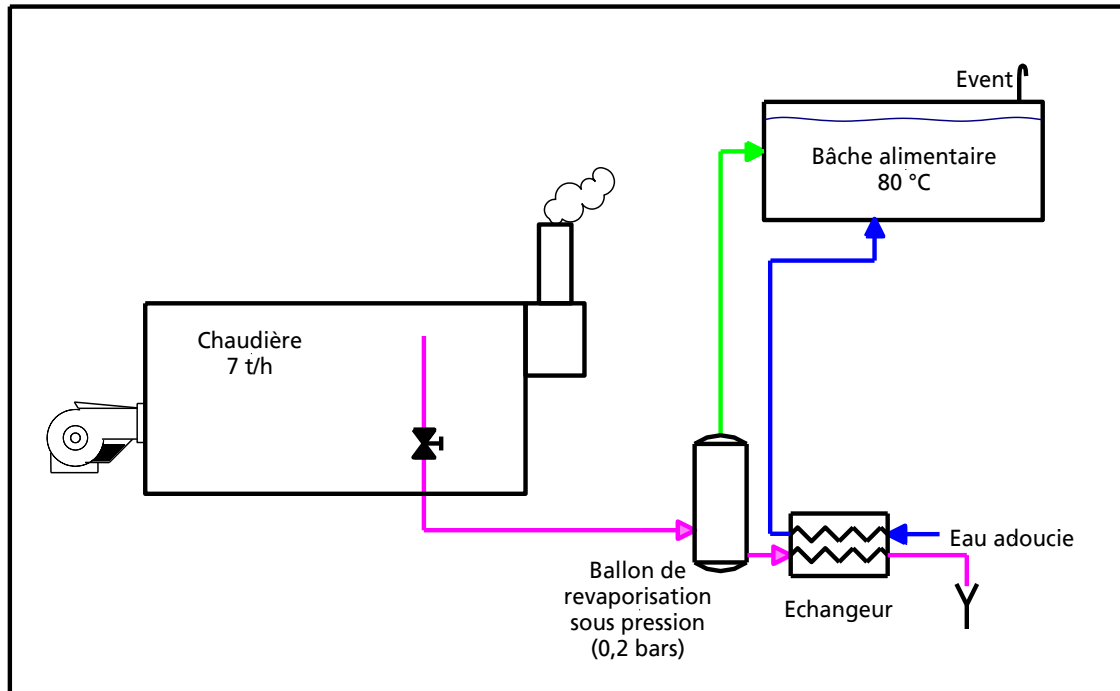
Maintenir la concentration en sels dissous au plus près de la valeur prescrite
($< 6000 \mu\text{S}/\text{cm}$ selon norme NF EN 12953-10)



Economies Eau	Economies Gaz	CO ₂ évités	Investissement
5 k€/an	16 k€/an	85 tonnes	modéré

Récupération thermique sur la purge continue

Préchauffage de l'eau d'alimentation de la bûche



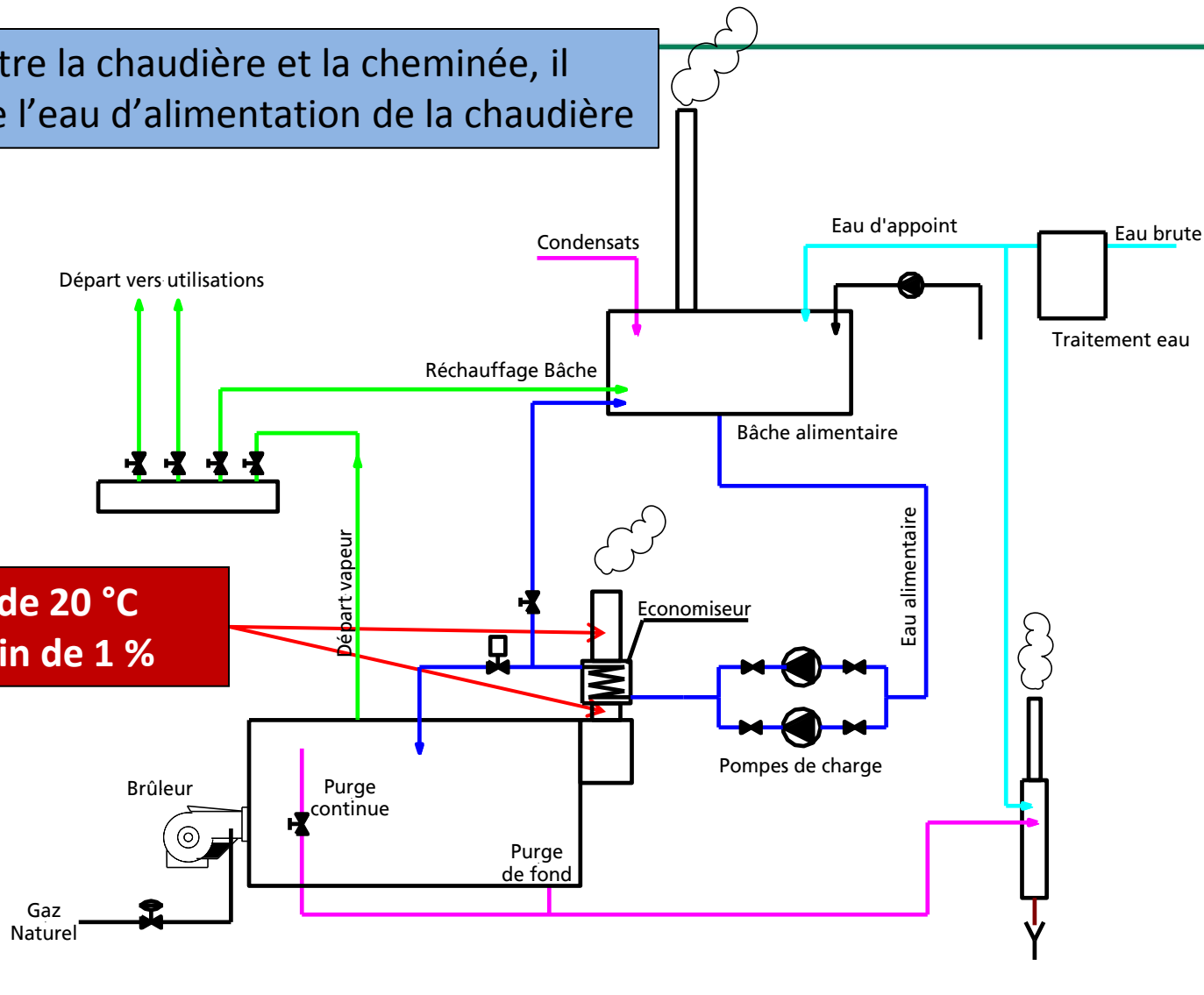
Gain estimé : 0,5 %

Mais...
Attention
aux risques de détérioration
rapide de l'échangeur !

Economies gaz		CO ₂ évités	Investissement
196 MWh PCS/an	7 k€/an	36 tonnes	Modéré

Mis en place d'un économiseur (1/2)

Installé entre la chaudière et la cheminée, il préchauffe l'eau d'alimentation de la chaudière



ΔT de 20 °C
⇒ Gain de 1 %

Mise en place d'un économiseur (2/2)

Données :

- Chaudière : 8 t/h – 5 500 h/an – 7 bar
- Gain de 4 pts (de 90 %/PCI à 94%/PCI)
- Conso initiale : 36,7 GWh PCS/an
- Facture énergétique : 1,3 M€ HTT
- **Coût économiseur : 50 k€ (*)**

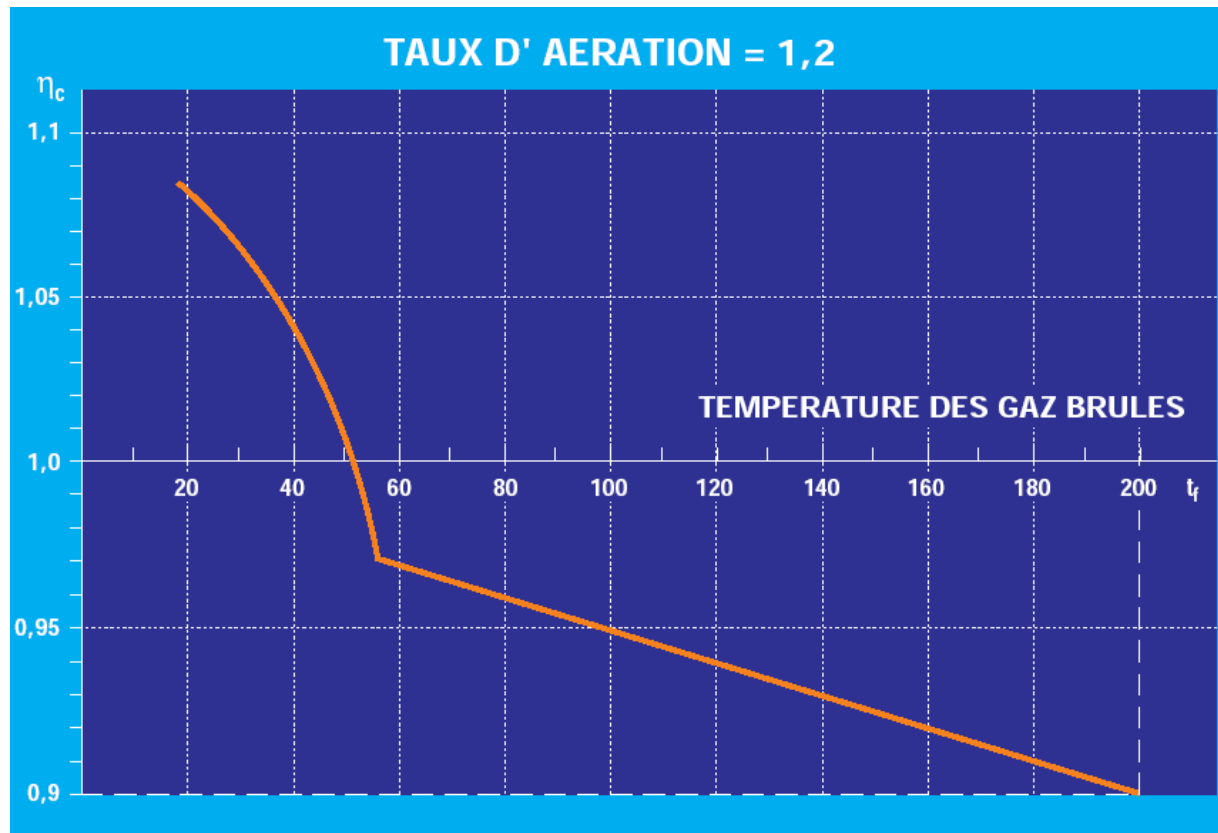


Economies		CO ₂ évités	TR
1,6 GWh PCS/an	54,8 k€/an	289 tonnes	~ 1 an

* : Selon installation

Mise en place d'un condenseur

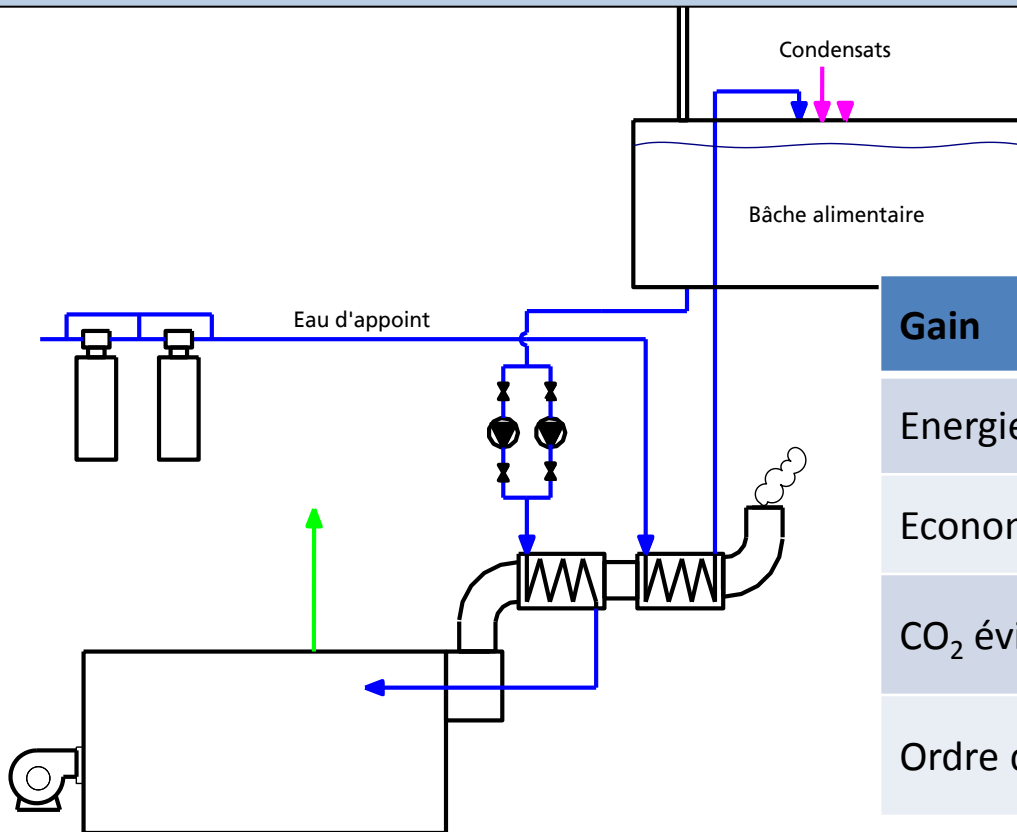
Intérêt : Utilisation de la chaleur latente de condensation des fumées



Mise en place d'un condenseur

Cas 1 : Préchauffage de l'eau appoint

Installé entre la chaudière et la cheminée, il préchauffe l'eau d'appoint de la bâche, par condensation des fumées de la chaudière.



Permet des gains
de 10 à 14 points de rendement.

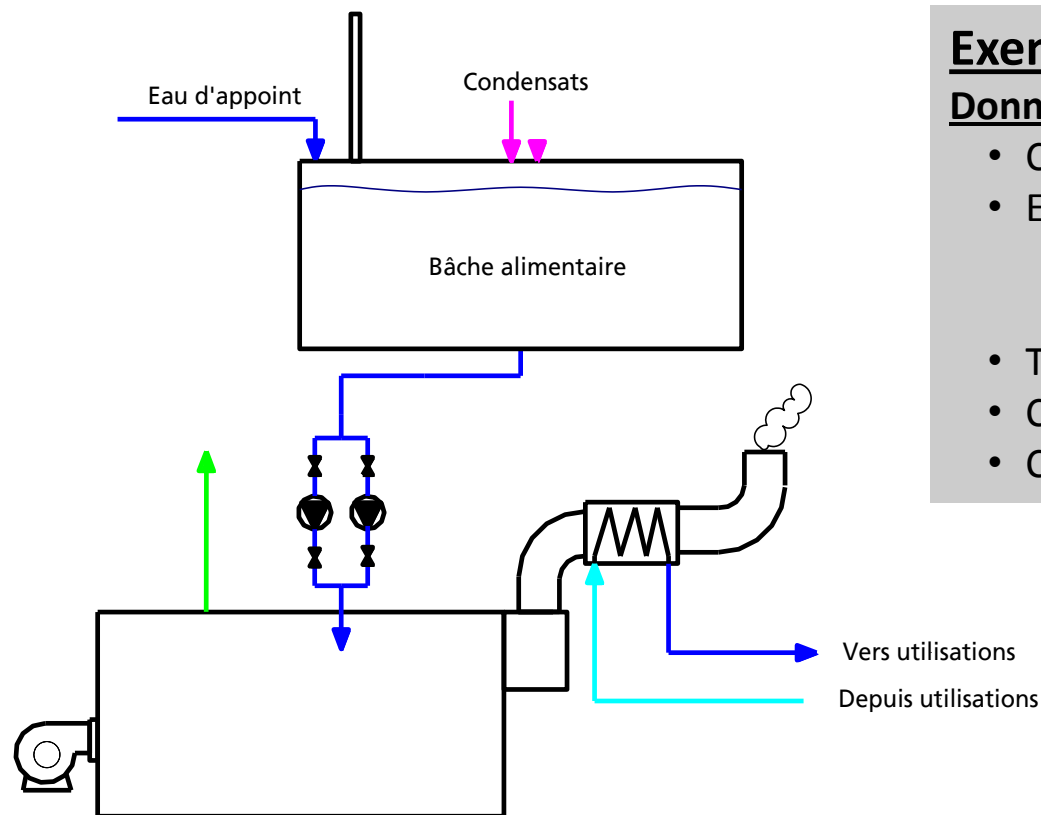
Gain	12 pts
Energie économisée	4,7 MWh PCS/an
Economie	164 k€/an
CO ₂ évités	868 tonnes
Ordre de coût	100 k€

D'autant plus intéressant que le taux de retour de condensats est faible

Mis en place d'un condenseur

Cas 2 : Réchauffage eau process

Installé entre la chaudière et la cheminée, il préchauffe de l'eau utilisée par le process, par condensation des fumées de la chaudière.



Exemple (Cas réel)

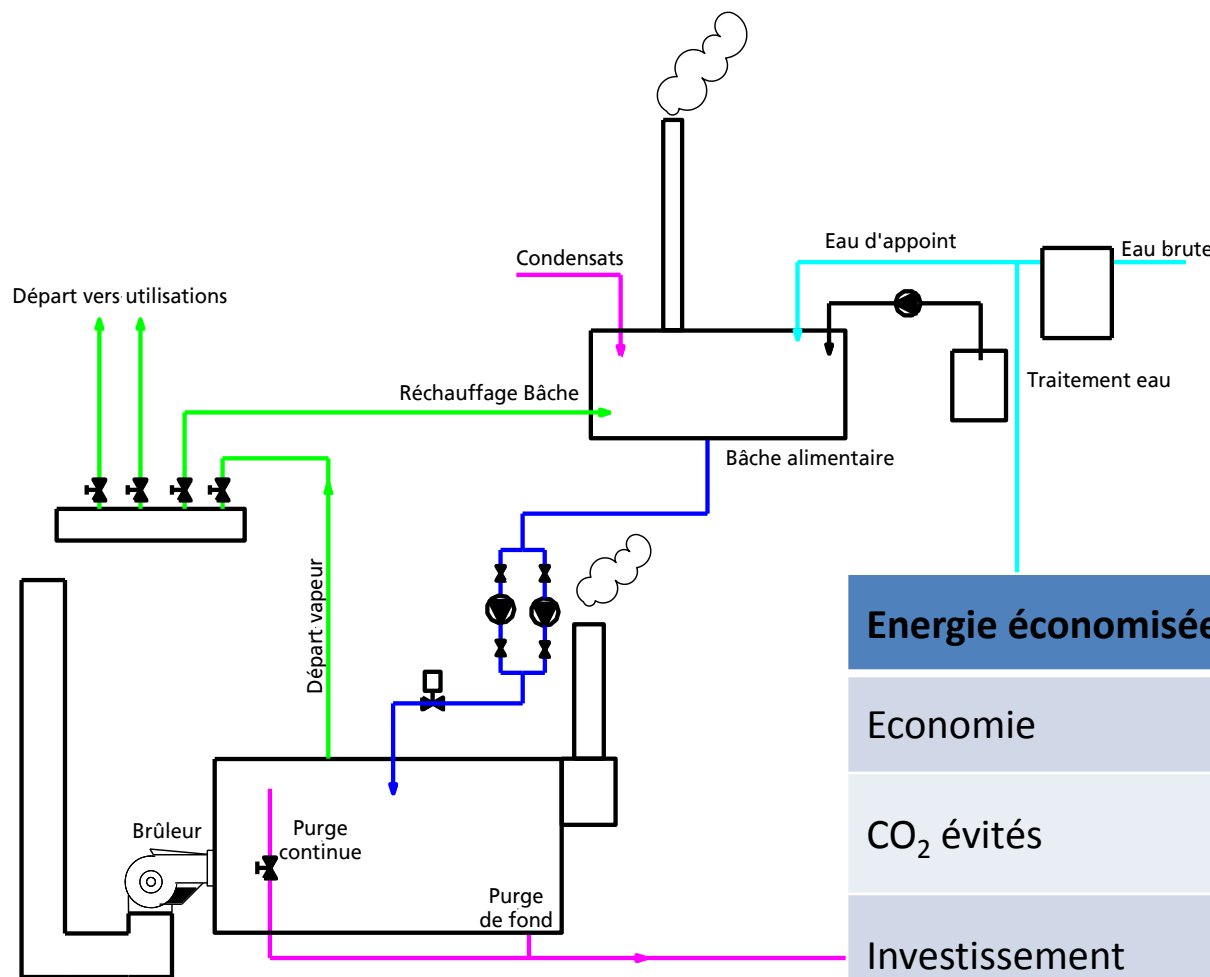
Données :

- Chaudière : 5 t/h
- Eau process :
 - T° entrée 30°C
 - T° sortie : 55°C
- Temps de fonctionnement : 16 h/j
- Chauffage vapeur
- Coût (études, pièces et MO, MES) : 100 k€

Economie	52 k€/an
CO ₂ évités	302 tonnes
Temps de retour	1,9 an

Préchauffage de l'air de combustion

Cas 1 : Aspirer l'air en partie haute de la chaufferie

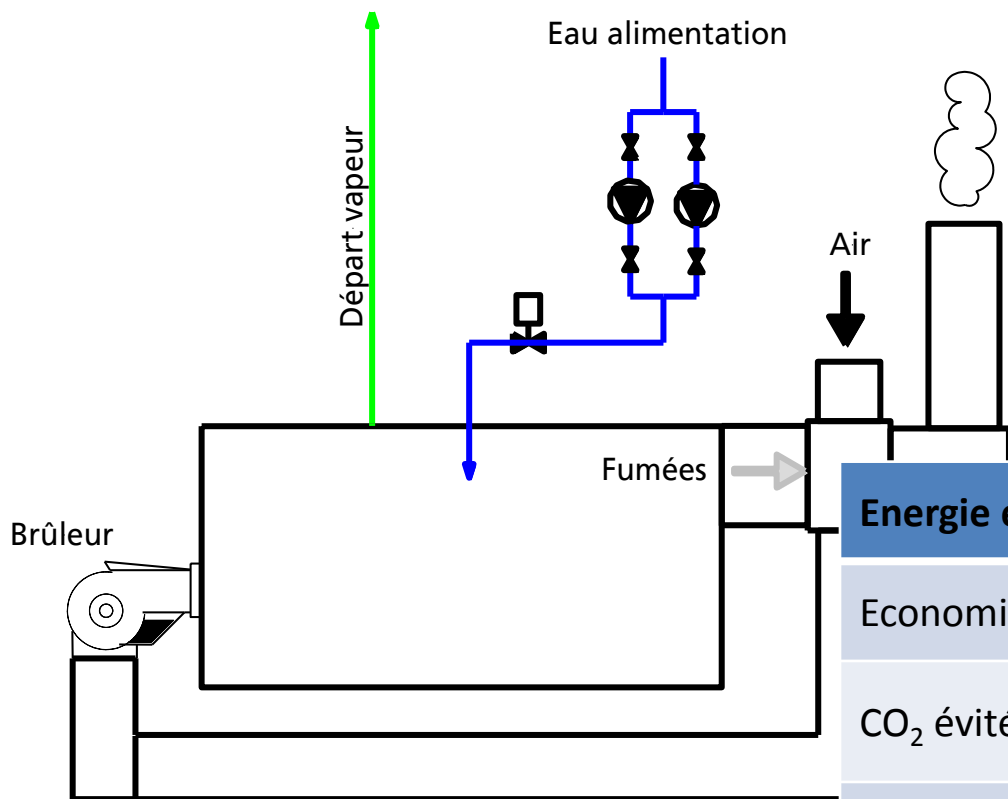


Gain estimé : 0,5 %

Energie économisée	183 MWh PCS/an
Economie	6 k€/an
CO ₂ évités	34 tonnes
Investissement	Selon installation

Préchauffage de l'air de combustion

Cas 2 : Echangeur Air / Fumées



Gain estimé : 1 à 3 %

Energie économisée	391 à 1 170 MWh PCS/an
Economie	14 à 41 k€/an
CO ₂ évités	72 à 217tonnes
Investissement	Important
Attention aux émissions de NOX !!!!	

Isolation des canalisations

Calorifugeage présent et en bon état (non fissuré, non noyé)

Calorifugeage saturé d'eau = Pertes x 50

Calorifugeage des brides, vannes, détendeurs...

Pertes sur robinet en DN 80 (Pression : 7 bar) : 14 kWh/h

Temps de retour sur investissements < 18 mois



Temp. ambiante	15°C
Pression	10 bar
DN	50
Pertes sans calorifuge	1 089 W/ml
Pertes avec calorifuge	128 W/ml

Coût gaz	30 €/MWh PCS
Temps de fonct.	3 000 h
Economie	113 €/ml.an

Source : La vapeur mode d'emploi – Éditions Parisiennes

Réduction des pertes aux purgeurs

On considère que, annuellement, 20 % du parc de purgeurs devient défectueux.

Un purgeur fuyard $\Rightarrow$ 5 à 20 kg/h de vapeur perdue !

Préconisation :

Mettre en place un programme de maintenance préventive !

Parc de purgeurs :	60 purgeurs
Taux de fuites	10% des purgeurs à 10 kg de vapeur /h
Pertes en eau	0,5 k€/an
Pertes énergétiques	10 k€/an
CO2 évités	54 tonnes

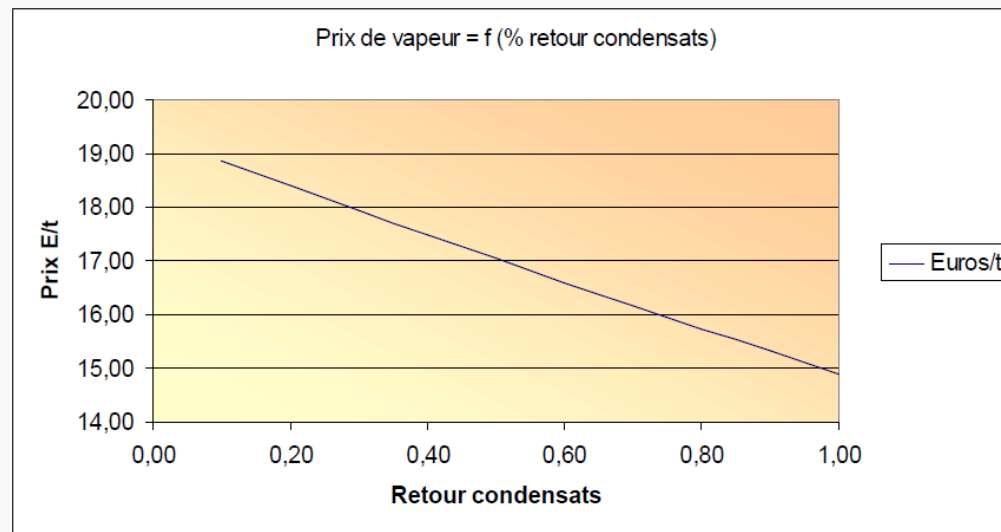
Ramener les condensats en bâche

Objectifs :

- Limiter les apports d'eau neuve,
- Contribuer au réchauffage de la bâche.

Effets : Réduction des consommations...

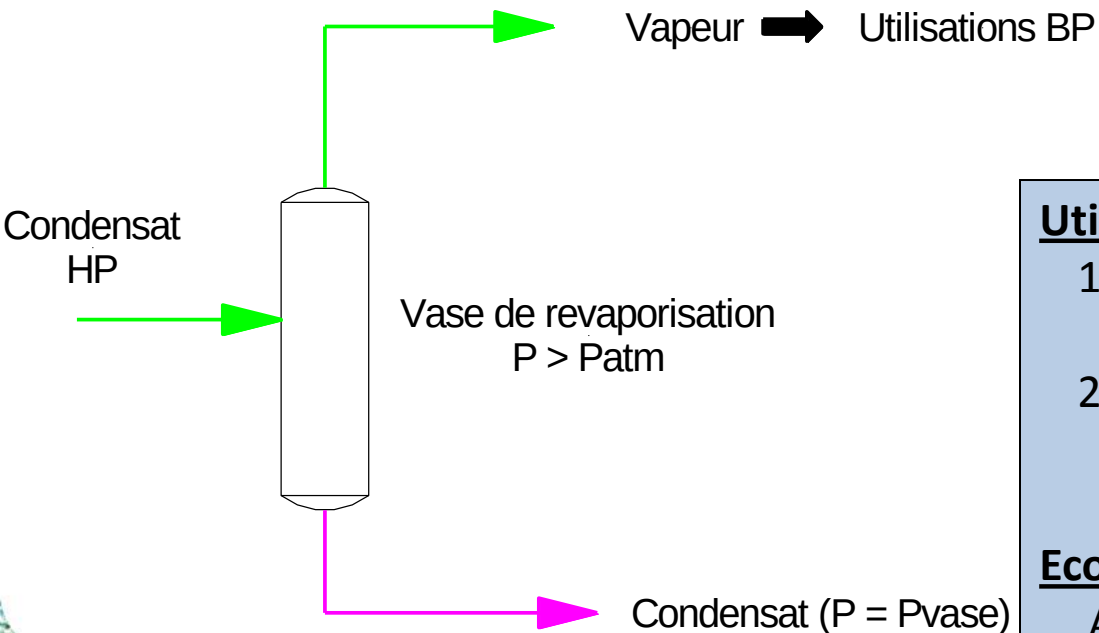
- ⇒ d'énergie,
- ⇒ d'eau
- ⇒ des produits de traitement d'eau



Utilisation de la vapeur de revaporisation

La vapeur de revaporisation apparaît lors d'une chute de pression du condensat. Elle est visible à la sortie d'un purgeur quand celui-ci évacue le condensat à l'air libre.

Pour la récupérer, il faut insérer dans le circuit un « séparateur de phase » ou « vase de revaporisation ».



Utilisations :

1. Réinjection dans circuits BP (chauffage eau, aérothermes,...),
2. Réinjection en bûche (pour purges chaudières).

Economies potentielles :

A calculer selon installation...

Mise en garde



- Les pistes d'économies présentées ici ne sont pas applicables partout où il y a de la vapeur !!!! Chaque cas est bien souvent un cas particulier.
- Le choix de la (ou des) solution(s) à mettre en œuvre dépend de la spécificité du site et de la façon dont est produite et utilisée la vapeur.
- Certaines mesures peuvent être très intéressantes et rentables dans un cas, ou s'avérer un très mauvais investissement dans un autre.
- Les économies potentielles données ici ne sont que des ordres de grandeur, qu'il conviendra de corriger en fonction des caractéristiques de l'installation étudiée.

Merci de votre attention

pascal.lebois@grtgaz.com

Bureau : 01.55.66.42.18

Mobile : 06.26.68.26.63



Construisons le transport de demain